

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

## EBB 408/3 – Materials Selection & Design [Pemilihan & Rekabentuk Bahan]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains NINE printed pages and TWO pages APPENDIX before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEMBILAN muka surat yang bercetak dan DUA muka surat LAMPIRAN sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper contains THREE questions from PART A and THREE questions from PART B.

[Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A dan TIGA soalan dari BAHAGIAN B.]

**Instruction:** Answer TWO questions from PART A, TWO questions from PART B and ONE question from any part. If a candidate answers more than five questions only the five answers will be examined and awarded marks.

**[Arahan:** Jawab DUA soalan pada BAHAGIAN A, DUA soalan daripada BAHAGIAN B dan SATU soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

**PART A / BAHAGIAN A**

1. [a] What are the factors that need to be considered when selecting a material that can withstand creep at high temperatures.

*Apakah pertimbangan yang perlu diambil kira dalam pemilihan bahan untuk merintang rayapan pada suhu tinggi.*

(40 marks/markah)

- [b] Discuss the selection of various metallic alloys for applications that can resist creep at high temperatures

*Bincangkan pemilihan pelbagai aloi logam dalam kegunaan merintang rayapan suhu tinggi.*

(60 marks/markah)

2. [a] Considering a case of a solid cylindrical tie-rod (of length  $l$ ) to support a tensile force  $F$  at a safety factor  $S_f$ , derive the performance index to obtain the lightest rod.

*Dengan menggunakan kes suatu rod penyambung silinder yang pejal (panjang  $l$ ) untuk menampung daya tegangan  $F$  pada faktor keselamatan  $S_f$ , terbitkan indeks prestasi untuk mendapatkan rod yang paling ringan.*

(40 marks/markah)

- [b] An engine test frame requires a material that is not only rigid (modulus  $E > 40 \text{ GPa}$ ) but also must have a high damping. Damping is the ability of a material to dissipate elastic energy, viz. a vibration-deadening material has high damping. It can be measured by the loss coefficient,  $\eta$ .

Determine 4 suitable materials suitable for this engine test frame. Provide comments on the suitability of each material. Please use the charts in **Appendix 1**.

*Suatu bingkai uji enjin memerlukan suatu bahan yang bukan sahaja tegar (modulus  $E > 40 \text{ GPa}$ ) tetapi juga mempunyai redaman yang tinggi. Redaman adalah keupayaan sesuatu bahan menyalur keluar tenaga kenyal: bahan pematik gegaran mempunyai redaman yang tinggi. Ianya diukur oleh koefisien hilangan,  $\eta$ .*

*Tentukan 4 bahan yang sesuai untuk bingkai ujian enjin ini. Beri ulasan tentang kesesuaian setiap satu. Sila rujuk Lampiran 1.*

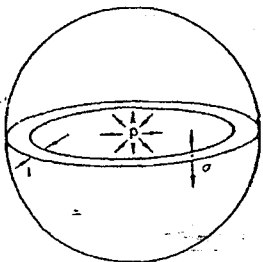
(60 marks/markah)

3. [a] The body of an aircraft and a rocket fuel tank are examples of pressure vessels that must be light. The pressure on the wall of a pressure vessel is:

*Badan pesawat dan tangki minyak roket adalah dua contoh kebuk tekanan yang mesti ringan. Tekanan pada dinding kebuk adalah:*

$$\sigma = \frac{pr}{2t} \quad \text{..... (1)}$$

- Jejari sfera, r



where:  $r$  is the radius of the vessel and is fixed by the design  
 $t$  is the thickness of the vessel wall

*di sini  $r$  adalah jejari kebuk tekanan dan ditetapkan oleh reka bentuk  
 $t$  adalah ketebalan dinding kebuk*

In order to ensure safety,  $\sigma \leq \sigma_y/S$  .....(2)  
 where  $S$  is the safety factor.

*Untuk memastikan keselamatan,  $\sigma \leq \sigma_y/S$  .....(2)  
 di sini  $S$  adalah faktor keselamatan.*

Assess the following materials in descending order of lightness.

*Susun bahan yang disenarai berikut mengikut turutan bermula dengan yang paling ringan.*

MATERIAL / BAHAN	YIELD STRENGTH / KEKUATAN ALAH $\sigma_y$ (MN/m <sup>2</sup> )	DENSITY / KETUMPATAN, $\rho$ (Mg/m <sup>3</sup> )
Reinforced concrete / Konkrit tetulang	200	2.5
Alloy steel (pressure vessel steel) / Keluli aloi (keluli kebuk tekanan)	1000	7.8
Mild steel / Keluli lembut	220	7.8
Aluminium alloy / Aloi aluminium	400	2.7
Fibreglass / Kaca gentian	200	1.8
CFRP	600	1.5

(50 marks/markah)

- [b] (i) Cite one application of a pressure vessel which is not light?
- (ii) If this problem is solved using Ashby's method (using Materials Selection Charts), would your selection of materials be the same as that in [a]?
- (iii) What are the procedures that you would undertake to minimize your selection of materials to a subset of materials which is comparable to the list above?

- (i) *Berikan satu contoh kegunaan kebuk tekanan yang tidak menitikberatkan keringanan?*
- (ii) *Seandainya masalah ini diselesaikan dengan kaedah Ashby (menggunakan Carta Pemilihan Bahan), apakah kamu akan sampai kepada pilihan yang sama seperti [a]?*
- (iii) *Apakah langkah yang kamu lakukan untuk meminimumkan senarai subset bahan yang dipilih?*

(50 marks/markah)

**PART B / BAHAGIAN B**

4. [a] As one of the production engineers, you are asked to select a tool material for thread-rolling mild-steel bolts. In your analysis of the problem you should consider the following points:
- (i) functional requirements of a good tool material
  - (ii) critical properties of a good tool material
  - (iii) screening process for candidate materials
  - (iv) selection process

Discuss about the selection process.

*Sebagai salah seorang jurutera pengeluaran, anda diminta untuk memilih satu bahan alatan untuk mengulir gelek bolt keluli lembut. Dalam analisis anda terhadap masalah tersebut, anda perlu menimbangkan perkara-perkara berikut:*

- (i) keperluan fungsi bagi bahan alatan yang baik*
- (ii) sifat kritikal bagi bahan alatan yang baik*
- (iii) proses tapisan untuk bahan yang sesuai*
- (iv) proses pemilihan*

*Bincangkan mengenai proses pemilihan tersebut.*

(60 marks/markah)

- [b] Using appropriate examples (simple cases are sufficient), explain the two methods of selection in decision matrices.

*Dengan menggunakan contoh-contoh sesuai (kes mudah sudah mencukupi), terangkan mengenai 2 kaedah pemilihan dalam matrik keputusan.*

(40 marks/markah)

5. [a] List and discuss all the factors in selecting glass versus plastic as bottles (ketchup, sauce, drinks, etc).

*Senarai dan bincangkan semua faktor dalam pemilihan kaca melawan plastik sebagai botol (botol kicap, sos, air minuman dan sebagainya).*

(50 marks/markah)

- [b] Discuss all the factors that need to be considered in choosing material(s) for the casing of a laptop. Laptops are continually reducing in size. Does this factor also influence the selection?

*Bincangkan semua faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih bahan untuk bekas suatu komputer riba. Komputer riba semakin kecil saiznya. Adakah faktor ini juga mempengaruhi pemilihan tersebut?*

(50 marks/markah)

6. [a] A group of USM students started the "white coffin" campaign last year, in tandem with the university's mission of ensuring a sustainable tomorrow. The campaign bans the use of white polystyrene take away food containers because the material is not biodegradable and hence, not environmentally friendly. The group encourages others to use their own containers in order to buy food or eat at the cafeteria. The alternative container offered during the campaign for take away food is made from paper but this has weaknesses. The container will be soaked if students are buying curry or 'asam pedas' (liquid) or any food with sauce making it soft leading to failure. Suggest alternative materials that can replace both the white polystyrene and paper food container so that people can still buy take away food and discard the container without causing any harm to the environment. Discuss your suggestion including all factors involved.

*Sekumpulan pelajar USM telah memulakan kempen "keranda putih" pada tahun lepas, selari dengan misi universiti untuk memastikan kelestarian hari esok. Kempen tersebut menghalang penggunaan bekas makanan bungkus polisterina putih kerana bahan tersebut tidak boleh terurai semulajadi dan tidak mesra alam. Kumpulan tersebut menggalakkan orang ramai menggunakan bekas sendiri untuk membeli makanan atau makan di kafetaria. Alternatif yang ditawarkan sewaktu kempen tersebut adalah bekas makanan bungkus yang diperbuat daripada kertas tetapi ia mempunyai kelemahan. Bekas kertas akan menyerap cecair sekiranya pelajar membeli kari, asam pedas atau sebarang makanan berkuah menyebabkannya menjadi lembut dan bocor. Cadangkan bahan alternatif yang boleh menggantikan kedua-dua bekas makanan polisterina putih dan kertas supaya orang masih lagi boleh membeli makanan bungkus dan boleh membuang bekas tersebut tanpa menyebabkan sebarang keburukan terhadap persekitaran. Bincangkan cadangan anda termasuk semua faktor-faktor yang terlibat.*

(50 marks/markah)

...9/-



- [b] Discuss the 4 general criteria for material selection. Use appropriate examples in your discussion.

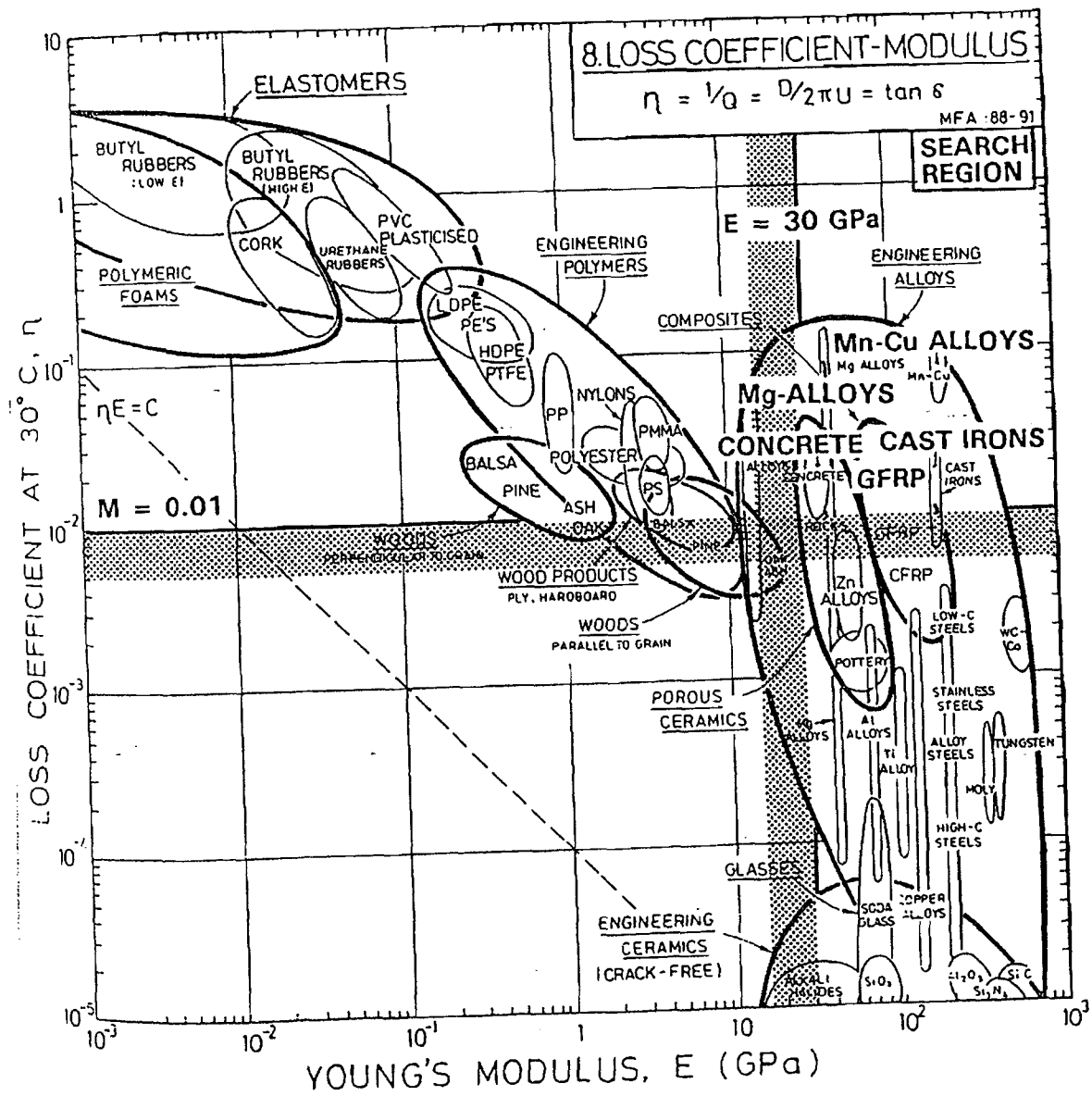
*Bincangkan 4 kriteria umum bagi pemilihan bahan. Gunakan contoh yang sesuai dalam perbincangan anda.*

(30 marks/markah)

- [c] Magnetic stickers are usually made of plastic material, and they are available in various shapes and colors. Discuss briefly the choice of the sticker material. Can they be made from other types of material?

*Pelekat bermagnet selalunya diperbuat daripada bahan plastik, dan ianya boleh didapati dalam pelbagai bentuk dan warna. Bincangkan secara ringkas pemilihan bahan pelekat ini. Bolehkah ianya dibuat daripada bahan yang lain?*

(20 marks/markah)



## APPENDIX 1 / LAMPIRAN 1

